

УДК 634.0865:620

А.Ф.Кулиничев, И.А.Кулиничева,  
Н.Е.Лоханько  
(Уральский лесотехнический  
институт)

© Н.А.Брусин  
(Свердловский филиал Москов-  
ского ИПК Минлеспрома)

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ИЗГИБ И СЖАТИЕ ДРЕВЕСНОСЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ ИЗ ЛИСТВЕННОГО ШПОНА

К наиболее эффективным материалам, используемым и подлежащим использованию в конструкциях, относятся синтетические материалы в виде разных пластиков и пластмасс. Для создания методов расчета и конструирования изделий из них необходимо располагать более полными данными о физико-механических характеристиках пластиков. Древеснослоистые пластики обладают высокими техническими свойствами, что позволяет широко использовать их в различных отраслях народного хозяйства.

Работами Брусина Н.А. и Петри В.Н. получен древеснослоистый пластик из лиственного шпона без добавления связующих веществ типа ДСП-Б (древеснослоистый пластик Б), где индекс Б означает конструкцию пластика: каждые 5-20 слоев с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем, у которого направление волокон перпендикулярно смежным слоям при условии использования на поперечные слои шпона, обработанного синтетической смолой.

Схема набора пластика была следующей: долевые слои пластика в количестве 7 штук набирались из шпона влажностью 5-8%, толщиной 1,18 мм; поперечные слои набирались из шпона влажностью 3-4%, толщиной 0,82 мм. Смолой обрабатывались только поперечные и наружные слои шпона. Все листы шпона, на которые

нанесены связующие вещества, были высушены на конвейерной сушилке до влажности 3-4%.

Параметры прессования:

давление прессования	- 15 МПа;
температура горячего прессования	- 160°;
продолжительность горячего прессования	- 2 мин/мм;
продолжительность охлаждения	- 30 мин плюс холодная вы- держка под давлением из расчета 1 мин/мм;
толщина готового материала	- 20 мм;
плотность	- 1560 кг/м <sup>3</sup> .

На поперечные слои наносится смола СБС-1, расход смолы 100-110 г/м<sup>2</sup>.

Полученный в данных условиях пластик обладает высокими и стабильными во времени физико-механическими свойствами, что свидетельствует о технической целесообразности организации промышленного производства нового материала, который может найти применение для замены в ряде случаев древесностружечных плит, выпускаемых в настоящее время нашей промышленностью.

Так как кратковременные машинные испытания могут быть произведены с различными скоростями нагружения, а скорость испытания связана с тем или иным временем силового воздействия на материал, то, учитывая фактор времени при испытаниях, удается выяснить влияние на сопротивляемость изменению скорости нагружения.

Изменчивость свойств, присущая пластикам, не позволяет при исследованиях, в том числе и при контроле качества, ограничиться единичными испытаниями. Продолжительность каждого испытания приобретает немалое практическое значение, так как определяет собой пропускную способность лабораторий. Время, необходимое для проведения одного испытания, в значительной степени зависит от скорости нагружения, вследствие чего последний фактор оказывается важным не только с теоретической, но и с практической точки зрения.

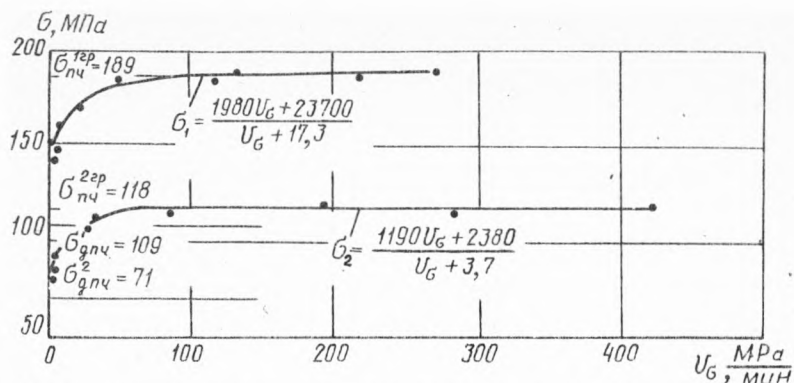


Рис.1. Зависимость предела прочности пластика ДСП-Б от скорости роста напряжения при  $t = 20^\circ\text{C}$ :

- 1 - сжатие вдоль слоев шпона, вдоль волокон рубашки;
- 2 - сжатие вдоль слоев шпона, поперек волокон рубашки.

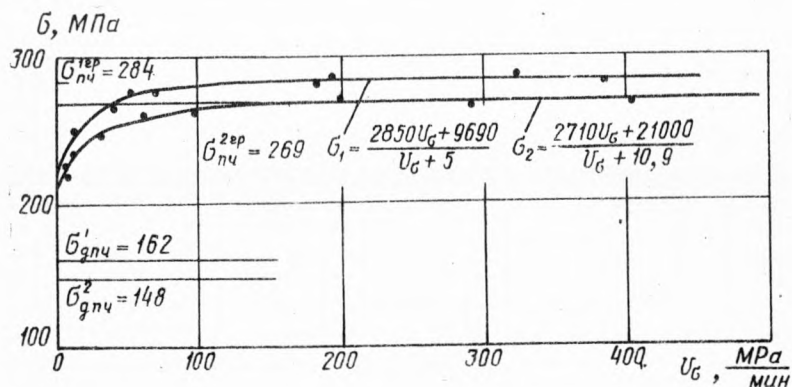


Рис.2. Зависимость предела прочности пластика ДСП-Б от скорости роста напряжений при  $t = 20^\circ\text{C}$ :

- 1 - изгиб в плоскости, перпендикулярной слоям шпона;
- 2 - изгиб в плоскости, параллельной слоям шпона

Скорость роста напряжений в поперечном сечении образца рассчитывалась по формуле:

$$U_{\sigma} = \frac{\sigma_{n\pi}}{t},$$

где  $\sigma_{n\pi}$  – среднее значение предела прочности при испытании образцов, МПа;

$t$  – среднее время испытания серии образцов, мин.

Для пластиков эксперименты были начаты со сжатия, как наиболее характерного и поэтому часто определяемого свойства. Обнаруженная таким путем закономерность во влиянии скорости нагружения была проверена и при прочих видах механических испытаний.

В работе изучали влияние скорости роста напряжений  $U_{\sigma} \frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$  при кратковременных машинных испытаниях на прочность пластиков при сжатии и статическом изгибе в двух плоскостях. Исследование влияния скорости роста напряжений на пределы прочности при сжатии и изгибе проводили на испытательных машинах типа ЦДМ-5т и УМ-5т при скоростях движения нижнего захвата

$U_{\xi} = 4-60 \text{ мм/мин}$ . Образцы на сжатие имели размеры  $10 \times 10 \times 15 \text{ мм}$ , а изгиб –  $20 \times 10 \times 250 \text{ мм}$ .

Влияние скорости роста напряжений на величину предела прочности при испытаниях изучено в широких диапазонах скоростей роста напряжений: при сжатии от  $U_{\sigma} = 1,0$  до  $415,0 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$

изгибе от  $U_{\sigma} = 0,4$  до  $497,0 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$

По опытным данным построены графики зависимости прочности при сжатии (рис.1) и изгибе (рис.2) в двух плоскостях, наглядно иллюстрирующие влияние изучаемого фактора.

Зависимость предела прочности от скорости роста напряжений имеет асимптотический характер. При малых скоростях нагружения с ростом скоростей до некоторого значения зависимость предела прочности от скорости нагружения изображается круто восходящей ветвью кривой. При скоростях выше указанного значения скорости нагружения зависимость предела прочности от скорости нагружения изображается асимптотической ветвью кривой. Асимптота к кривой зависимости пределов прочности от скорости нагружения, определяет значение предела прочности при скорости нагружения, стремящейся к бесконечно-

сти.

Данное значение предела прочности называется границей предела прочности. При скорости нагружения, стремящейся к нулю, предел прочности стремится к минимальному значению.

Определение механических характеристик прочности пластика на сжатие и изгиб при длительном действии постоянной статической нагрузки проводилось на рычажной установке. В комнате, где установлены машины, движение воздуха осуществляется вентилятором типа Ц-4-70 № 3 и автоматически поддерживаются комнатные климатические условия:

$$t = 20 \pm 2^\circ\text{C} \quad \text{и} \quad \varphi = 65 \pm 2\%.$$

Чтобы получить длительную прочность во времени, испытывали серию образцов, для каждого из которых задавалась постоянно действующая нагрузка, составляющая определенную часть предела прочности, полученного при кратковременном машинном испытании и оптимальной скорости нагружения.

Предел длительной прочности — это напряжение  $\sigma_{длн}$ , при котором разрушение образцов происходит при неограниченно большом времени действия постоянной нагрузки.

Таким образом, предел прочности изменяется по асимптотическому закону в границах от предела минимальной (долговременной) прочности  $\sigma_{длн}$  при  $v_\sigma \rightarrow 0$  до границы предела прочности  $\sigma_{пр}$  при  $v_\sigma \rightarrow \infty$ .

Опытная кривая в асимптотической ветви кривой зависимости пределов прочности от скорости нагружения достаточно хорошо удовлетворяется дробно-линейной функцией:

$$\sigma = \frac{a \cdot v_\sigma + b}{v_\sigma + c} \text{ МПа},$$

где  $a, b, c$  — коэффициенты, определяемые из опыта;

$v_\sigma$  — скорость роста напряжения,  $\frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$ ;

Заметим, что в уравнении мы имеем три существенные константы. Для определения постоянных коэффициентов  $a, b$  и  $c$  воспользовались методом выбранных точек. На кривой выбирали три точки (по числу произвольных постоянных, подлежащих определению).

В целях повышения точности эти точки должны возможно дальше отстоять друг от друга. Уравнение привели к виду:

$$a \cdot v_\sigma + b - c \cdot \sigma = v_\sigma \cdot \sigma$$

Каждую из трех пар значений координат  $U_6$  и  $b$  подставили в уравнение, что дало систему из трех уравнений с тремя неизвестными. Решая полученную систему трех совместных уравнений, определяли искомые коэффициенты  $a$ ,  $b$  и  $c$ .

Зависимость пределов прочности при сжатии и изгибе от скорости роста напряжений выражена уравнениями, приведенными на рис.1,2. Максимальные расхождения опытных данных с вычисленными по уравнениям при сжатии – 2,6% и изгибе – 1,4%.

На асимптотической ветви кривой расположена точка, определяющая величину предела прочности и ту скорость, выше которой величина предела прочности изменяется весьма незначительно, не превышая допуска по напряжению 5%.

Эта скорость нагружения называется оптимальной и является такой предельной скоростью, ниже которой изменение скорости нагружения вызывает весьма значительное изменение предела прочности и выше которой любое изменение скорости нагружения не вызывает практически изменения величины предела прочности.

Значение величины оптимальной скорости нагружения определялось по найденному уравнению кривой зависимости предела прочности от скорости роста напряжений, исходя из принятого допуска по напряжению 5% от границы предела прочности.

Оптимальные скорости роста напряжений при сжатии (рис.1):

$$U_{6_1}^{opt} = 84,0 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}} ; \quad U_{6_2}^{opt} = 123,0 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}} ;$$

изгибе (рис.2):  $U_{6_1}^{opt} = 185,0 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}} ; \quad U_{6_2}^{opt} = 255,0 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}} ;$

Для исключения значительного разброса результатов испытания следует проводить при постоянной скорости роста напряжений, равной или больше оптимальной.

## В ы в о д н

С увеличением скорости роста напряжений  $U_6$  предел прочности при сжатии и изгибе увеличиваются; при определении предела прочности скорость нагружения должна быть равна или выше оптимальной; обозначенные на графиках  $\sigma_{нт}^{ap}$  верхний предел прочности необходим для определения качества плит, а нижний предел  $\sigma_{нт}$  для расчета пластиков при применении их в строительных конструкциях.